

Studi Kelayakan Lalu Lintas dan Ekonomi Pembangunan *Underpass* Kentungan, Yogyakarta

Ermitha Faradisa Qori¹Atanadya, Hera Widyastuti dan Anak Agung Gde Kartika
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: hera@ce.its.ac.id

Abstrak—Persimpangan lazim ditemui di daerah perkotaan. Tidak sedikit persimpangan menimbulkan permasalahan seperti kemacetan akibat tundaan yang terjadi, salah satunya di Simpang Kentungan Kota Yogyakarta. Untuk mengurangi kemacetan dan mengurangi volume kendaraan maka perlu dilakukan rencana pembangunan *underpass* di Simpang Kentungan. Penelitian ini berupa analisis kelayakan lalu lintas dan ekonomi pembangunan *underpass* Kentungan, Yogyakarta. Kelayakan lalu lintas dinilai dengan membandingkan kinerja jalan saat sebelum adanya *underpass* dengan setelah adanya *underpass*. Kelayakan Ekonomi dinilai berdasarkan analisis Benefit Cost Ratio (BCR) dan Net Present Value (NPV). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan D_j pada tahun 2020 (without project) yaitu 0,959 dari arah Timur dan 1,028 dari arah Barat. Derajat jenuh akan menurun pada jalan eksisting setelah beroperasinya *underpass* pada tahun 2020 dimana D_j menjadi 0,54 dari arah Timur dan 0,625 dari arah Barat. Berdasarkan hasil analisis kelayakan dari segi ekonomi akan didapatkan nilai Benefit Cost Ratio (BCR) = 2,112 > 1, Net Present Value (NPV) = Rp 348.867.160.752 > 0, Sesuai persyaratan untuk analisis kelayakan ekonomi, rencana pembangunan *Underpass* Kentungan Yogyakarta dikatakan layak.

Kata Kunci—*Underpass* Kentungan Yogyakarta, Lalu Lintas, Kelayakan Ekonomi, Biaya Operasional, Nilai Waktu

I. PENDAHULUAN

SALAH satu persimpangan di Kota Yogyakarta adalah Persimpangan Kentungan. persimpangan ini telah dikelola menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL). Namun persimpangan ini tetap saja mengalami suatu permasalahan. Permasalahan yang terjadi adalah kemacetan. Kemacetan yang terjadi dikarenakan banyaknya pertokoan di sekitar persimpangan sehingga volume kendaraan yang menggunakan simpang sangat tinggi hingga melebihi kapasitas jalan yang tersedia. Pertokoan disekitar persimpangan juga menimbulkan hambatan samping yang mengganggu kinerja lalu lintas. Mengingat hal tersebut maka dirasa perlu pembangunan infrastruktur baru. Pembangunan infrastruktur yang telah direncanakan yaitu pembangunan *underpass*. *Underpass* ini nantinya akan membantu mengurangi kemacetan dan meningkatkan efektifitas dalam berlalu lintas di kawasan tersebut.

Dalam melakukan pembangunan infrastruktur tentu saja diharapkan infrastruktur tersebut dapat menuai banyak manfaat sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Mengingat hal tersebut, maka melakukan penelitian kelayakan ekonomi terhadap suatu proyek infrastruktur merupakan hal yang sangat perlu dilakukan

untuk mengetahui apakah proyek infrastruktur tersebut dikatakan layak atau dalam kata lain dapat menimbulkan banyak manfaat dibanding dengan biaya yang dikeluarkan.

Dengan adanya permasalahan tersebut, sangat penting untuk diketahui atau dilakukan kajian apakah proyek *Underpass* tersebut dianggap layak ditinjau dari segi lalu lintas dan dari segi ekonomi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berdasarkan uraian diatas berjudul “Studi Kelayakan Lalu Lintas dan Ekonomi Pembangunan *Underpass* Kentungan, Yogyakarta”

Pada Penelitian ini akan dianalisis kelayakan *Underpass* Kentungan dari segi lalu lintas dan ekonomi. Dari segi lalu lintas dilakukan analisis kinerja lalu lintas sebelum dan setelah pembangunan *underpass*. Dari segi ekonomi dilakukan analisis penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), dan nilai waktu (*time value*) dengan adanya *Underpass* Kentungan

Untuk menentukan kelayakan dari pembangunan *Underpass* Kentungan ini ditentukan dari besarnya nilai Benefit Cost Ratio (BCR) dan Net Present Value (NPV). Dikatakan layak apabila nilai BCR > 1 dan nilai NPV > 0.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Menentukan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kinerja lalu lintas sebelum maupun setelah adanya *underpass* selama umur rencana (30 tahun) dan mengetahui kelayakan pembangunan *Underpass* Kentungan dari segi lalu lintas dan ekonomi.

B. Penelitian Literatur

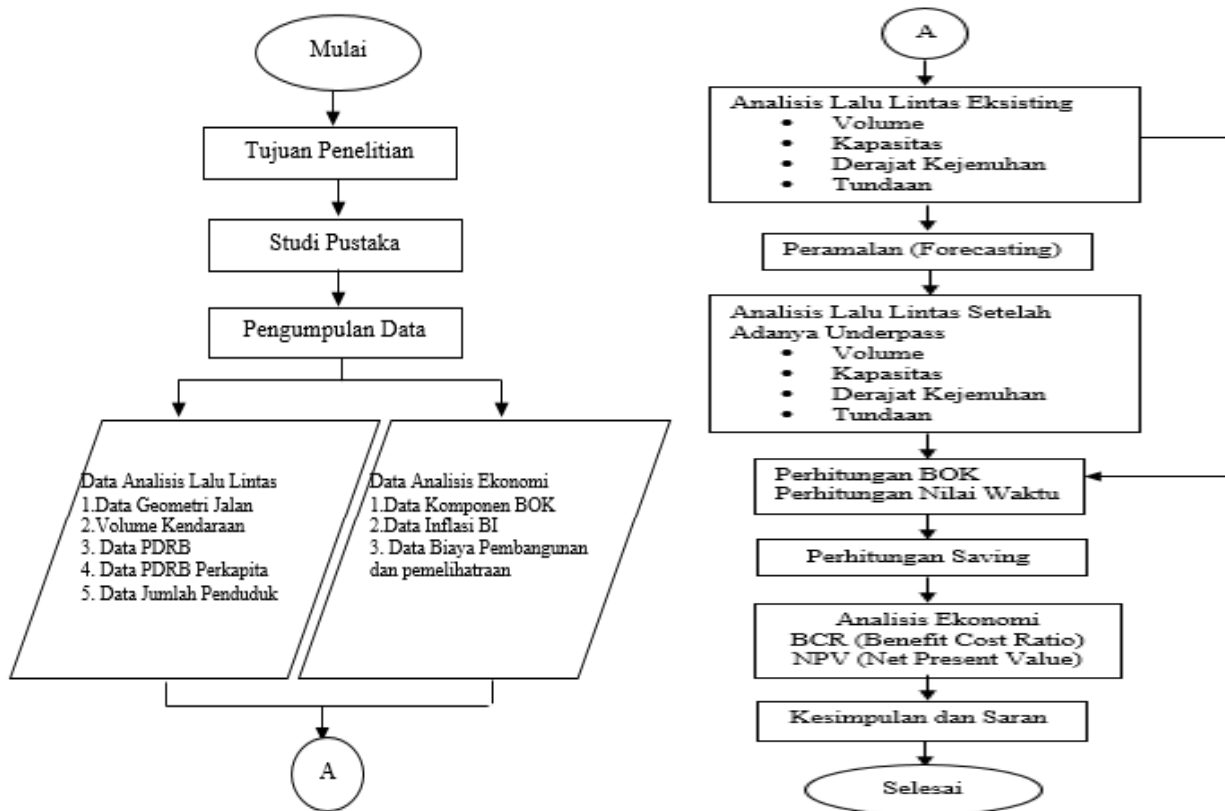
Pada tahap ini akan dicari acuan yang menunjang untuk pengerjaan penelitian Penelitian Kelayakan Lalu Lintas dan Ekonomi Pembangunan *Underpass* Kentungan, Yogyakarta. Teori dasar yang digunakan mengacu pada text book, informasi dari internet, jurnal, dan penelitian.

C. Pengumpulan Data

Data – data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Dalam penelitian ini terdapat data volume kendaraan, data geometri jalan, data jumlah penduduk, data PDRB, data PDRB Perkapita, data komponen biaya operasional kendaraan, data inflasi Bank Indonesia, dan data biaya pembangunan.

D. Analisis Data Lalu Lintas

Analisis data lalu lintas terdiri dari:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.

1) *Analisis lalu lintas kondisi eksisting.*

Lalu lintas kondisi eksisting dianalisa dari tahun 2019 hingga tahun rencana dengan kondisi sebelum adanya *underpass* pada Simpang Kentungan. Analisa yang dilakukan yaitu volume lalu lintas harian rata-rata (LHR), perhitungan kapasitas jalan, perhitungan derajat jenuh, perhitungan tundaan, dan kecepatan arus bebas.

2) *Analisis Lalu Lintas Rencana*

Lalu lintas rencana dianalisa dari tahun 2019 hingga tahun rencana dengan kondisi setelah adanya *underpass* pada Simpang Kentungan. Analisis lalu lintas rencana yaitu analisis kondisi simpang yang tetap di jalan eksisting dan analisis kondisi jalan *underpass* 4 lajur.

3) *Kapasitas Simpang*

Kapasitas simpang dihitung untuk mengetahui kapasitas jalan simpang pada kondisi eksisting. Perhitungan ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \quad (\text{smp/jam}) \dots \dots \dots (1)$$

4) *Kapasitas Jalan Perkotaan*

Kapasitas simpang dihitung untuk mengetahui kapasitas jalan simpang pada kondisi eksisting. Perhitungan ini menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) [1] dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{CLJ} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK} \dots \dots \dots (2)$$

5) *Derajat jenuh*

Derajat jenuh (Dj) adalah rasio arus terhadap kapasitas. [2] Derajat jenuh digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Perhitungan Derajat jenuh menggunakan persamaan:

$$Dj = Q/C \dots \dots \dots (3)$$

6) *Tundaan*

Tundaan pada suatu simpang terjadi karena dua hal yaitu tundaan lalu lintas (T_L) dan tundaan geometri (T_G) [2]. Tundaan rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = T_G + T_L \dots \dots \dots (4)$$

7) *Kecepatan Arus Bebas*

Kecepatan arus bebas adalah suatu kecepatan dimana semua kendaraan diasumsikan tidak terganggu oleh kendaraan lain. Persamaan untuk menentukan kecepatan arus bebas sebagai berikut:

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times F_{VBHS} \times F_{VBK} \dots \dots \dots (5)$$

E. *Analisis Data Ekonomi*

Analisis data ekonomi terdiri dari:

1) *Biaya Operasional Kendaraan*

Penghematan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) diperoleh dengan cara membandingkan BOK pada kondisi sebelum adanya *underpass* dan setelah adanya *underpass*. Metode yang digunakan untuk menghitung biaya operasional kendaraan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan formula Jasa Marga dan untuk sepeda motor menggunakan metode ND LEA. Dalam formula Jasa Marga, komponen biaya operasional dibagi menjadi 7 kategori, antara lain: konsumsi bahan bakar, konsumsi minyak pelumas, konsumsi ban, pemeliharaan, depresiasi, bunga modal, dan asuransi.

2) *Nilai Waktu*

Analisis Nilai waktu diperoleh dengan cara membandingkan nilai waktu pada kondisi eksisting dan setelah adanya *underpass*. Perhitungan analisis nilai waktu menggunakan metode Jasa Marga.

Tabel 1.
Data Volume Lalu Lintas

Tahun	Ruas Jalan	Qtotal (skr/jam)
2019	Dari Arah Timur	1509
2019	Dari Arah Barat	1691
2019	Dari Arah Utara	1245
2019	Dari Arah Selatan	1055

Tabel 2.
Persentase Peningkatan PDRB Perkapita

Tahun	%Peningkatan
2010-2011	3,94
2011-2012	4,11
2012-2013	4,23
2013-2014	3,95
2014-2015	3,75
2015-2016	3,87
2016-2017	4,11
2017-2018	5,07
Rata-Rata	4,13

Tabel 3.
Hasil Perhitungan Kapasitas *Underpass* Rencana

UNDERPASS RENCANA (DARI ARAH TIMUR DAN BARAT)			
Co	4/2T	1650	
FC _{LJ}	3.5	1	
FC _{PA}	50%-50%	1	
FCHS	Sangat Rendah	0,96	
FCUK	>3 juta jiwa	1,04	
Kapasitas Jalan/lajur		1647,36	skr/jam

3) *Benefit Cost Ratio (BCR)*

Benefit cost ratio adalah perbandingan antara jumlah *present value benefit* yang dibagi dengan jumlah *present value cost* [3]. Pembangunan dikatakan layak apabila nilai $BCR > 1$. Persamaan untuk perhitungan BCR sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\text{Present value benefit}}{\text{Present value cost}} \dots \dots \dots (6)$$

4) *Net Present Value (NPV)*

Net present value adalah selisih antara *Present Value Benefit* dikurangi dengan *Present Value Cost*. [3]. Pembangunan dikatakan layak apabila nilai $NPV > 0$. Persamaan untuk perhitungan NPV sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+i)^t} - C_0 \dots \dots \dots (7)$$

F. *Bagan Alir*

Alur kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian kali ini ditunjukkan pada Gambar 1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Umum*

Pada analisis ini akan dilakukan analisis terhadap data yang diperoleh. Data diolah untuk mendapatkan kapasitas, derajat jenuh, tundaan yang diperlukan untuk mengetahui kinerja lalu lintas. Hasil pengolahan data selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dan perhitungan nilai waktu.

B. *Pengumpulan Data*1) *Jumlah Penduduk*

Jumlah Penduduk Kota Yogyakarta berdasarkan data sensus penduduk BPS tahun 2019 sebanyak 3.842.932 jiwa.

Tabel 4.
Derajat jenuh *Underpass With Project* Arah Timur

UNDERPASS DARI TIMUR WITH PROJECT			
Tahun	Q (skr/jam)	C (skr/jam)	Dj
2019			
2020	606	1647,36	0,3677
2021	631	1647,36	0,3830
2022	657	1647,36	0,3989
2023	684	1647,36	0,4155

Tabel 5.
Kecepatan Arus Bebas Jalan Eksisting

Arah	V _B (km/jam)		
	SM	KR	KB
Dari Arah Timur	41,33	53,54	45,09
Dari Arah Barat	41,33	53,54	45,09
Dari Arah Utara	43,08	52,25	45,84
Dari Arah Utara	43,08	52,25	45,84

Tabel 6.
Kecepatan Arus Bebas *Underpass*

Arah	V _B (km/jam)		
	SM	KR	KB
Dari Arah Timur	49,38	59,88	52,53
Dari Arah Barat	49,38	59,88	52,53

[4].Data jumlah penduduk ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan untuk menentukan ukuran kota.

2) *Data Volume Lalu Lintas*

Data volume lalu lintas terdapat pada tabel 1.

3) *Faktor Pertumbuhan Kendaraan*

Faktor pertumbuhan kendaraan jenis bus dan angkutan umum diasumsikan ekuivalensi dengan pertumbuhan jumlah penduduk, karena dilihat dari fungsi bus dan angkutan adalah memindahkan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain. Sedangkan pertumbuhan kendaraan jenis truk dan angkutan berat lainnya diasumsikan ekuivalen dengan pertumbuhan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB). Pertumbuhan kendaraan jenis kendaraan penumpang diasumsikan ekuivalen dengan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita. Nilai faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh dengan membagi selisih hasil perkiraan tahun yang ditinjau dengan angka tahun sebelumnya. Nilai faktor pertumbuhan inilah yang dijadikan acuan untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas yang akan datang. Contoh perhitungan persentase peningkatan PDRB Perkapita Yogyakarta 2010-2018 untuk mengetahui pertumbuhan kendaraan penumpang pada Tabel 2.

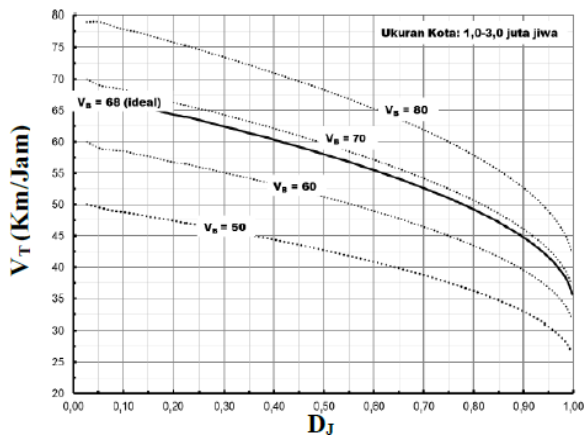
C. *Analisis Lalu Lintas Kondisi Eksisting*

Analisis lalu lintas kondisi eksisting menggunakan data volume lalu lintas dan data geometri jalan untuk mendapatkan derajat jenuh, kapasitas jalan, maupun tundaan pada jalan eksisting. Analisis menggunakan PKJI 2014 yang mengatur mengenai simpang bersinyal.

1) *Perhitungan Kapasitas Jalan Eksisting*

Berikut ini merupakan contoh perhitungan kapasitas pada Simpang Kentungan dari arah Timur tahun 2019:

- $S_0 = 600 \times \text{Lebar efektif (Le)}$
 $= 600 \times 9 \text{ meter}$
 $= 5400 \text{ skr/jam}$
- $S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{Bki} \times F_{Bka}$
 $= 5400 \times 0,927 \times 1,05 \times 1 \times 1 \times 0,965 \times 1,053$
 $= 5340,33 \text{ skr/jam}$



Gambar 2. Grafik Hubungan V_T dengan D_j pada tipe jalan 4/2T dan 6/2T.

Tabel 7.
Kecepatan Kendaraan pada Jalan Eksisting Without Project Tahun 2019

Ruas Jalan	D_j	V_B (km/jam)			V_T (km/jam)		
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol I	Gol II	Gol III
Timur	0,92	53,5	45,1	45,1	34	28	28
Barat	0,99	53,5	45,1	45,1	30	25	25
Utara	1,3	52,3	45,8	45,8	28	25	25
Selatan	1,05	52,3	45,8	45,8	28	25	25

Tabel 8.
Kecepatan Kendaraan pada Underpass With Project Tahun 2020

Ruas Jalan	D_j	V_B			V_T		
		Gol I	Gol II	Gol III	Gol I	Gol II	Gol III
Timur	0,37	59,9	52,5	52,5	40	40	40
Barat	0,50	59,9	52,5	52,5	40	40	40

- Waktu siklus (c) = 146 detik
- Arus Kendaraan (Q) = 1179 skr/jam
- Waktu Hijau per Fase = 35 detik
- Rasio Arus Kendaraan (R_{QS}) = Q/S
 $= 1179/5340,33$
 $= 0.22$
- Kapasitas = $S \times H_i / c$
 $= 5340,33 \times 35 / 146$
 $= 1280.214$

2) Derajat jenuh

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat jenuh dari arah timur pada tahun 2019:

$$D_j = \frac{Q}{C}$$

$$D_j = \frac{1179}{1280.214}$$

$$D_j = 0.92$$

3) Tundaan

Berikut ini merupakan contoh perhitungan derajat jenuh dari arah timur pada tahun 2019:

$$T = T_L + T_G$$

$$T = 75.48 + 3,99$$

$$T = 79.48 \text{ detik/skr}$$

D. Forecasting Volume Kendaraan pada Underpass

Pada analisis kelayakan pembangunan underpass Kentungan, ditentukan persentase kendaraan yang akan tetap melalui jalan eksisting yaitu kendaraan yang bertujuan

menuju pertokoan di daerah Simpang Kentungan. Persentase perpindahan kendaraan sebagai berikut:

- Dari arah Timur menuju Barat
 Tidak Pindah = 10%
 Pindah = 90%
- Dari arah Barat menuju Timur
 Tidak Pindah = 10%
 Pindah = 90%

E. Analisis Lalu Lintas Kondisi Rencana

Setelah memperoleh volume lalu lintas yang akan melalui underpass ataupun tetap di jalan eksisting dan data geometri jalan. Analisis dilakukan untuk mendapatkan derajat jenuh, kapasitas jalan, maupun tundaan pada jalan eksisting. Analisis menggunakan PKJI 2014 yang mengatur mengenai simpang bersinyal untuk perhitungan tetap pada jalan eksisting dan menggunakan PKJI 2014 yang mengatur mengenai jalan perkotaan untuk menganalisis lalu lintas pada underpass.

1) Perhitungan Kapasitas Underpass

Hasil perhitungan kapasitas jalan untuk underpass rencana dapat dilihat pada tabel 3.

2) Derajat jenuh Underpass

Contoh hasil perhitungan derajat jenuh underpass pada tabel 4.

F. Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan arus bebas didefinisikan sebagai kecepatan pada saat tingkatan arus nol atau dengan kata lain keadaan dimana tanpa halangan kendaraan bermotor lain di jalan. Perhitungan kecepatan arus bebas menggunakan formula PKJI Jalan Perkotaan

1) Perhitungan Kecepatan Arus Bebas Jalan Eksisting

Kecepatan arus bebas setiap jenis kendaraan pada jalan eksisting terdapat pada tabel 5.

2) Perhitungan Kecepatan Arus Bebas Underpass

Kecepatan arus bebas setiap jenis kendaraan pada Underpass terdapat pada tabel 6.

G. Kecepatan Kendaraan

Komponen yang dibutuhkan dalam menentukan kecepatan yaitu derajat jenuh (D_j) serta kecepatan arus bebas (V_B). Untuk menentukan kecepatan kendaraan menggunakan grafik yang terdapat pada gambar 2.

1) Kecepatan Kendaraan pada Jalan Eksisting

Contoh hasil perhitungan kecepatan kendaraan pada jalan eksisting without project pada tahun 2019 terdapat pada tabel 7.

2) Kecepatan Kendaraan pada Underpass

Contoh hasil perhitungan kecepatan kendaraan pada underpass pada tahun 2020 terdapat pada tabel 8.

H. Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan

Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan hanya saat jam sibuk. Jumlah jam sibuk pada simpang ini adalah 7 jam. Namun akibat pertumbuhan kendaraan disetiap tahunnya, jumlah jam sibuk pada tahun yang memiliki derajat jenuh lebih dari 1 terus meningkat hingga pada tahun 2050 jumlah jam sibuknya yaitu 11 jam. Hasil perhitungan BOK eksisting tahun 2019 dengan metode Jasa Marga untuk kecepatan aktual yang diperoleh dari 34 km/jam pada kendaraan pribadi dari arah Timur.

- 1) *Konsumsi Bahan Bakar*

$$= [(0,0284V^2 - 3,0644V + 141,68) * (1 + k_l + k_k + k_r)] * \text{harga bahan bakar}$$

$$= \text{Rp } 908.066,6 / 1000 \text{ km}$$
- 2) *Konsumsi Minyak Pelumas*

$$= 0,0028 * \text{harga minyak pelumas} \times 1000$$

$$= 0,0028 * \text{Rp } 125.000 \times 1000$$

$$= \text{Rp } 350.000 / 1000 \text{ km}$$
- 3) *Konsumsi Ban*

$$= [0,0008848 * V - 0,0045333] * \text{harga} * \text{jmlh ban}$$

$$= [0,0008848 * (34) - 0,0045333] * \text{Rp } 616.165 * 4$$

$$= \text{Rp } 62.972 / 1000 \text{ km}$$
- 4) *Biaya Pemeliharaan (Suku Cadang)*

$$= [0,0000064 * V + 0,0005567] * \text{harga}$$

$$= [0,0000064 * (34) + 0,0005567] * \text{Rp } 202.300$$

$$= \text{Rp } 156.641 / 1000 \text{ km}$$
- 5) *Biaya Pemeliharaan (Jam Kerja Mekanik)*

$$= [0,00362 * (V) + 0,0005567] * \text{upah montir}$$

$$= [0,00362 * (34) + 0,0005567] * \text{Rp } 20000$$

$$= \text{Rp } 9.715 / 1000 \text{ km}$$
- 6) *Biaya Depresiasi*

$$= 1 / (2,5v + 125) * 0,5 * \text{harga kendaraan}$$

$$= 1 / (2,5 (34) + 125) * 0,5 * \text{Rp } 202.300.000$$

$$= \text{Rp } 481.667$$
- 7) *Bunga Modal*

$$= 0,22\% * \text{harga kendaraan}$$

$$= 0,22\% * \text{Rp } 202.300.000$$

$$= \text{Rp } 445.060 / 1000 \text{ km}$$
- 8) *Asuransi*

$$= 38 / (500v) * \text{harga kendaraan}$$

$$= 38 / (500(34)) * \text{Rp } 202.300.000$$

$$= \text{Rp } 452.200 / 1000 \text{ km}$$

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) dari Arah (*Without Project*) Tahun 2019 :

Rumus : Harga Bahan Bakar + Pelumas + Konsumsi Ban + Pemeliharaan (Suku Cadang) + Pemeliharaan Mekanik + Depresiasi + Bunga Modal + Asuransi $\times 365 \times (\text{Jarak Tempuh} / 1000) \times \text{Jumlah Kendaraan per Hari}$.

$$\begin{aligned} \text{GOL I} &= (\text{Rp } 908.066 + \text{Rp } 350.000 + \text{Rp } 62.972 + \text{Rp } 156.647 \\ &\quad + \text{Rp } 9.715 + \text{Rp } 481.667 + \text{Rp } 445.060 + \text{Rp } 452.200) \\ &\quad \times 365 \times (0,54 / 1000) \times 2619 \\ &= \text{Rp } 1.479.703.067 \end{aligned}$$

Akibat adanya sepeda motor, maka Biaya Operasional Kendaraan auto/tahun dari arah utara akan dikalikan dengan persentase pengaruh sepeda motor terhadap BOK kendaraan ringan. Persentase SM = $(0,18 * 395) / 100 = 71\%$. Maka, Biaya Operasional Kendaraan Sepeda Motor tahun 2019 dari arah utara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BOK SM} &= 71\% \times \text{Rp } 1.479.703.067 \\ &= \text{Rp } 1.053.225.619 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TOTAL BOK GOL I} &= \text{Rp } 1.479.703.067 + \text{Rp } 1.053.225.619 \\ &= \text{Rp } 2.532.928.696 \end{aligned}$$

Penghematan BOK adalah selisih dari BOK sebelum pembangunan dengan BOK setelah dibangunnya *underpass*. Contoh perhitungan penghematan BOK tahun 2020 dapat dilihat dibawah ini:

$$\text{Penghematan BOK} = \text{BOK Eksisting Without Project} - \text{BOK Jalan Eksisting dan Underpass With Project}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan BOK} &= \text{Rp } 9.271.093.053 - \text{Rp } 8.677.261.262 \\ &= \text{Rp } 593.831.791 \end{aligned}$$

I. Biaya Nilai Waktu

Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan hanya saat jam sibuk. Jumlah jam sibuk pada simpang ini adalah 7 jam. Namun akibat pertumbuhan kendaraan disetiap tahunnya, jumlah jam sibuk pada tahun yang memiliki derajat jenuh lebih dari 1 terus meningkat hingga pada tahun 2050 jumlah jam sibuknya yaitu 11 jam. Berikut contoh perhitungan nilai waktu golongan I pada tahun 2020.

$$\begin{aligned} 1) \text{ Nilai Waktu Jalan Eksisting Without Project Gol.I} &= \text{Arus Lalu lintas} \times \text{travel time} \times \text{inflasi nilai waktu} \times 365 \\ &= 10012 \times 0,176 \times \text{Rp } 41.004 \times 365 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 26.415.892.374 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Nilai Waktu Jalan Eksisting With Project Gol.I} &= \text{Arus Lalu lintas} \times \text{travel time} \times \text{inflasi nilai waktu} \times 365 \\ &= 6652 \times 0,183 \times \text{Rp } 41.004 \times 365 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 18.229.690.314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Nilai Waktu Underpass With Project Gol.I} &= \text{Arus Lalu lintas} \times \text{travel time} \times \text{inflasi nilai waktu} \times 365 \\ &= 3360 \times 0,027 \times \text{Rp } 41.004 \times 365 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 1.359.459.741 \end{aligned}$$

Kemudian nilai waktu yang sudah didapatkan dikelompokkan sesuai kondisi nya baik itu *without project* maupun *with project*. Berikut contoh perhitungan nilai waktu golongan I *without project* maupun *with project* pada tahun 2020.

$$\begin{aligned} 4) \text{ Nilai Waktu Jalan Eksisting Gol I} &= \text{Rp } 27.786.115.762 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5) \text{ Nilai Waktu Jalan Eksisting With Project + Underpass With Project Gol.I} &= \text{Rp } 18.224.840.551 + 1.051.094.483 \\ &= \text{Rp } 19.275.835.034 \end{aligned}$$

Penghematan nilai waktu adalah selisih dari nilai waktu sebelum pembangunan dengan nilai waktu setelah dibangunnya *underpass*. Contoh perhitungan penghematan nilai waktu tahun 2020 dapat dilihat dibawah ini:

Penghematan Nilai Waktu = Nilai Waktu Jalan Eksisting *Without Project* – Nilai Waktu Jalan Eksisting dan *Underpass With Project*

$$\begin{aligned} \text{Gol I} &= \text{Rp } 26.415.892.374 - \text{Rp } 19.589.150.056 \\ &= \text{Rp } 6.826.742.319 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol II} &= \text{Rp } 3.768.929.512 - \text{Rp } 2.381.263.846 \\ &= \text{Rp } 1.387.665.667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gol III} &= \text{Rp } 474.410.641 - \text{Rp } 469.616.743 \\ &= \text{Rp } 4.793.898 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} &= \text{Rp } 6.826.742.319 + \text{Rp } 1.387.665.667 + \\ &\quad \text{Rp } 4.793.898 \\ &= \text{Rp } 8.219.201.883 \end{aligned}$$

J. Biaya Konstruksi Underpass

Biaya konstruksi Underpass Kentungan ini sebesar Rp 151.580.266.000,00

K. Biaya Pemeliharaan

Dalam umur rencana *underpass*, perlu dilakukan pemeliharaan tiap tahunnya. Pemeliharaan tahun 2020 diasumsikan sebesar 5% dari harga pembangunan yaitu Rp 7.579.013.300,00. Biaya pembangunan mengalami peningkatan tiap tahunnya dikarenakan inflasi yang terjadi. Besarnya nilai inflasi yang terjadi berdasarkan nilai inflasi Bank Indonesia sebesar 4,82%. Maka biaya pemeliharaan

tahun 2021=Rp.7.579.013.300,00+ (Rp.7.579.013.300,00 × 4,82%) = Rp. 7.944.321.741.

L. Analisis BCR

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai BCR.

$$\begin{aligned} \text{Total Present Worth Cost} &= \text{Rp } 313.848.771.194 \\ \text{Total Present Worth Benefit} &= \text{Rp } 662.715.931.946 \\ \text{Benefit Cost Ratio (BCR)} &= \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} \\ &= \frac{\text{Rp } 662.715.931.946}{\text{Rp } 313.848.771.194} \\ &= 2,112 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai BCR yang didapatkan yaitu= 2,112>1. nilai BCR>1 maka proyek layak secara ekonomi sampai masa layan tahun 2050.

M. Analisis NPV

Berikut adalah perhitungan untuk mencari nilai NPV.

$$\begin{aligned} \text{Total Present Worth Cost} &= \text{Rp } 313.848.771.194 \\ \text{Total Present Worth Benefit} &= \text{Rp } 1.030.871.893.678 \\ \text{NPV} &= \text{Benefit} - \text{Cost} \\ &= \text{Rp } 1.030.871.893.678 - \text{Rp } 313.848.771.194 \\ &= \text{Rp } 717.023.122.484 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai NPV yang didapatkan yaitu =Rp 717.023.122.484>0. Sesuai dengan persyaratan, nilai NPV>0, maka pembangunan *Underpass* ini dikatakan layak secara ekonomi sampai masa layan tahun 2050.

IV. KESIMPULAN

Pada kondisi eksisting simpang Kentungan didapat nilai DS untuk dari arah Utara pada tahun 2020=0,959 dan arah

sebaliknya DS=1,028, sedangkan setelah pembangunan *underpass* nilai DS berkurang dengan hasil perhitungan DS dari arah utara tahun 2020=0,54 dan arah sebaliknya DS=0,625. Dengan adanya *underpass* tersebut akan dapat mengurai kemacetan di wilayah sekitar.

Underpass Kentungan bila dilihat dari penghematan biaya operasional kendaraan (BOK) selama 30 tahun sebesar Rp. 1.942.548.983, sedangkan untuk penghematan nilai waktu selama 30 tahun akibat adanya *underpass* adalah Rp 10.042.491.584. Dengan adanya penghematan tersebut maka didapatkan nilai BCR=2,112 (BCR>1), sedangkan jika dilihat dari NPV yaitu Rp 717.023.122.484 (NPV>0) maka *underpass* tersebut layak dibangun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Istaka Karya (Persero) dan Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta yang telah membantu untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian PU RI, "Kapasitas Jalan Perkotaan," Jakarta, 2014.
- [2] D. Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. (2014). Kapasitas Simpang APILL*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014.
- [3] D. P. Umum, *Pedoman Konstruksi dan Bangunan. (2005). Pedoman Biaya Operasi dan Kendaraan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, 2005.
- [4] B. P. S. P. D. I. Yogyakarta, *Jumlah Penduduk Di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi D.I. Yogyakarta, 2019.